

**PENGARUH KONSENTRASI ENZIM PAPAIN (*Carica papaya L*)  
DAN SUHU FERMENTASI TERHADAP  
KARAKTERISTIK *CRACKERS***

Fitrianasari Budiman 123020291 \*)  
Ir. H. Thomas Gozali, MP., \*\*) Ir. Neneng Suliasih, MP. \*\*\*)

\*)Mahasiswa Teknologi Pangan Universitas Pasundan  
)Pembimbing Utama, \*\*\*)Pembimbing Pendamping

**ABSTRACT**

*The purpose of this research is to study the effect of the concentration of the enzyme papain and fermentation temperature on the characteristics of the crackers.*

*This research used factorial experiment design 3x3 in randomized block design (RAK) with 3 times repetitions, where the factors include: concentration of the enzyme papain (E), which consists of 3 levels, that is e1 (0,5%), e2 (0,75%), e3 (1,0%) and fermentation temperature (S) which consist of 3 levels, that is s1 (34°C), s2 (37°C), s3 (40°C). The response in this research are chemical response that includes water content, protein content, and organoleptic response that includes sightings, aroma, crispness, and flavor.*

*The concentration of the enzyme papain significantly affected on water content and flavor. The fermentation temperature significantly affected on water content and protein content. The interaction between concentration of the enzyme papain and fermentation temperature significantly affected on sightings and water content.*

*Based on organoleptic tests referred that the selected treatment was on crackers is e3s1 with the concentration of the enzyme papain 1,0% and the fermentation temperature 34°C has a water content 4,35 %, protein content 13,00%.*

*Keywords: Enzyme papain, the fermentation temperature, crackers.*

**I PENDAHULUAN**

**1.1. Latar Belakang**

Di Indonesia para produsen kue maupun makanan ringan lainnya menggunakan bahan tambahan makanan seperti perenyah dengan tujuan membuat tekstur kue menjadi kering dan renyah serta memiliki keuntungan dapat memperpanjang umur simpan. Bahan perenyah yang beredar di pasaran yaitu Emplex dan Sodium SAPP. Emplex merupakan

bahan perenyah kue kering dengan menggunakan dosis sebesar 0.4% - 0.8% dari berat tepung, dan Sodium SAPP bahan perenyah untuk goreng-gorengan. Penggunaan bahan ini akan membuat hasil gorengan lebih renyah dan kering. Biasanya digunakan untuk membuat tepung *kentucky* supaya lebih renyah dengan dosis pemakaian sebesar 0.5% dari berat tepung.

Enzim papain dapat digunakan sebagai komponen bahan untuk

merenyahkan kue kering misalnya krekers. (Ahmad, 2013)

Papain merupakan enzim proteolitik yang terkandung dalam getah pepaya (*Carica papaya*). Papain biasa diperdagangkan dalam bentuk serbuk putih kekuningan dan harus disimpan dibawah temperatur 4°C. Kelebihan papain dibandingkan proteolitik yang lain adalah lebih tahan terhadap proses suhu, mempunyai kisaran pH yang luas dan lebih murni dibandingkan bromelin dan ficin. Kisaran pH optimum papain berkisar antara 5 - 7,5 dan stabil pada suhu 40 - 60°C. (Fitriani, 2006)

Enzim papain atau enzim proteolitik berfungsi untuk mengkatalisis pemecahan ikatan peptida, polipeptida dan protein dengan menggunakan reaksi hidrolisis menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana seperti peptida rantai pendek dan asam amino. (Savitri, 2014)

Konsentrasi enzim akan berpengaruh terhadap aktivitas enzim itu sendiri, pada suatu konsentrasi substrat tertentu, kecepatan reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi enzim.

Jika konsentrasi enzim yang digunakan tetap, sedangkan substrat dinaikkan maka pada penambahan pertama kecepatan reaksi naik dengan cepat. Tetapi jika penambahan substrat dilanjutkan, maka tambahan kecepatan mulai menurun sampai pada titik batas. Bagaimanapun tingginya konsentrasi substrat setelah titik ini tercapai, kecepatan reaksi akan mendekati garis maksimum. Pada batas kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ), enzim menjadi jenuh oleh

substratnya dan tidak dapat berfungsi lebih cepat. Dalam reaksi enzimatik, bila konsentrasi substrat tetap maka kenaikan laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi enzim. Sedangkan bila konsentrasi enzim yang tetap, maka kenaikan laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi substrat.

Suhu sangat mempengaruhi aktivitas enzim pada waktu mengkatalisis suatu reaksi. Seluruh enzim memerlukan panas terutama untuk dapat aktif. Sejalan dengan meningkatnya suhu, makin meningkat pula aktifitas enzim. Secara umum, setiap peningkatan sebesar 10°C di atas suhu minimum, aktifitas enzim akan meningkat sebanyak dua kali lipat. Aktivitas enzim meningkat pada kecepatan ini hingga mencapai kondisi optimum. Peningkatan suhu yang melebihi suhu optimumnya menyebabkan lemahnya ikatan di dalam enzim secara struktural. (Vina, 2015)

Enzim papain merupakan enzim yang dapat berperan dalam proses fermentasi, selain dapat berfungsi sebagai katalisator reaksi, enzim papain juga memiliki fungsi yang sama dengan mikroorganisme yang bersifat fermentatif seperti mikroorganisme proteolitik yaitu dapat memecah protein kompleks menjadi penyusun protein sederhana, karena alasan tersebut pada penelitian kali ini akan menggunakan enzim papain yang berfungsi sebagai perenyah krekers.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian dalam latar belakang diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim papain terhadap karakteristik *crackers* ?
2. Bagaimana pengaruh suhu fermentasi terhadap karakteristik *crackers* ?
3. Bagaimana interaksi antara konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap karakteristik *crackers* ?

### 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui manfaat penggunaan enzim papain terhadap karakteristik *crackers*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap karakteristik *crackers*.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu dapat memberikan inovasi baru dalam penggunaan enzim papain sebagai perenyah pada pembuatan krekers serta dapat memanfaatkan bahan alami yaitu enzim papain yang jarang digunakan sebagai BTM (bahan tambahan makanan) khususnya sebagai perenyah. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan informasi mengenai pengaruh suhu fermentasi terhadap aktivitas enzim papain dalam pembuatan krekers.

### 1.5. Kerangka Pemikiran

Dalam peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 60/M-IND/PER/7/2015 tentang

pemberlakuan Standar Nasional Indonesia biskuit, krekers adalah jenis biskuit yang dalam pembuatannya memerlukan proses fermentasi, sehingga menghasilkan bentuk pipih dan bila di patahkan penampangnya tampak berlapis-lapis.

Menurut SNI 01.2973.1992, krekers adalah jenis biskuit yang dibuat dari adonan keras, melalui proses fermentasi, berbentuk pipih yang rasanya mengarah ke asin dan renyah, serta bila dipatahkan penampang potongannya berlapis-lapis.

Enzim papain disebut juga enzim proteolitik atau disebut juga proteinase atau protease, merupakan kelompok enzim yang mampu memecah rantai panjang molekul protein menjadi molekul-molekul yang lebih kecil disebut peptida (peptides) dan bahkan sampai menjadi komponen-komponen terkecil penyusun protein yang disebut asam amino (*Amino Acid*). (Chaidir, 2012)

Proses hidrolisis kimia dan pemecahan ikatan peptida menggunakan enzim merupakan proses hidrolisis biokimia, reaksi hidrolisis peptida akan menghasilkan produk reaksi yang berupa satu molekul dengan gugus karboksil dan molekul lainnya memiliki gugus amina. (Savitri, 2014)

Hidrolisis ikatan peptida adalah reaksi penambahan-penghilangan, dimana protease bertindak sebagai nukleofilik atau bereaksi dengan membentuk satu molekul air. Secara umum nukleofilik membentuk tetrahedral dengan atom karbon karbonil pada ikatan peptida. Satu gugus amina

dilepaskan dan dikeluarkan dari sisi aktif, yang digantikan secara bersamaan dengan satu molekul air. (Savitri, 2014)

Konsentrasi enzim papain dengan nama dagang “Paya” yang dipakai dalam penggunaannya sebagai pengempuk daging yaitu 1 sendok makan (10-15 gram) untuk 1 kg daging.

Suhu akan berpengaruh terhadap aktivitas enzim, dimana suhu yang digunakan ini sebenarnya tidak terlalu tinggi ( $<50^{\circ}\text{C}$ ) namun pada suhu tersebutlah suhu optimum pada aktivasi enzim. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula laju reaksi, akan tetapi suhu yang terlalu tinggi akan merusak struktur enzim (denaturasi enzim) sehingga kerja enzim akan berkurang. Lebih lanjut sebagian protein akan mengalami denaturasi bila suhunya dinaikkan yang mengakibatkan konsentrasi efektif enzim akan menurun dan daya kerja enzim akan menurun pula. (Vina, 2015)

Setiap enzim mempunyai suhu optimum tertentu. Pada umumnya enzim yang terdapat pada tumbuhan antara  $50^{\circ}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ . Sebagian besar enzim terdenaturasi pada suhu di atas  $60^{\circ}\text{C}$ . (Poedjiadi, 1994)

Menurut Vina (2015), Tujuan fermentasi adalah untuk proses pematangan adonan, sehingga adonan mudah ditangani dan dapat menghasilkan produk bermutu baik. Selain itu, fermentasi berperan dalam pembentukan cita rasa *crackers*. Hal yang terpenting dalam melakukan fermentasi adalah membuat kondisi lingkungan suhu dan kelembapan ideal untuk berkembangnya ragi dalam adonan *crackers*. Adonan

biasanya difermentasi pada suhu  $27-30^{\circ}\text{C}$  dengan kelembaban 75-80%. Fermentasi dapat dilakukan diatas meja dan ditutup dengan plastik yang terlebih dahulu diolesi margarine dan dimasukkan ruang terkontrol. Lama fermentasi biasanya 10-15 menit.

Fermentasi sering dihubungkan dengan pembentukan gas yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup, pada saat ini pembentukan gas maupun terdapatnya sel mikroorganisme hidup bukan lagi merupakan faktor utama. Fermentasi dapat juga berlangsung dengan menggunakan ekstrak enzim yang berfungsi sebagai katalisator reaksi. (Leni herliani, 2008)

Menurut penelitian Vina Oktapiani (2015) yang telah dilakukan dalam penggunaan enzim papain sebagai pengempuk daging didapatkan kesimpulan bahwa pengempukan daging yang menggunakan enzim papain mempunyai suhu dan waktu optimum pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dengan waktu 90 menit dimana didapatkan daging yang empuk, tetapi untuk warna yang segar atau baik pada daging yang menggunakan enzim papain ini didapatkan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  pada waktu 60 menit yang menunjukkan warna merah keunguan.

Menurut penelitian Murni Yuniwati, Yusran, dan Rahmadany (2008) yang telah dilakukan dalam penggunaan enzim papain sebagai penggumpal pada pembuatan keju didapatkan kesimpulan bahwa pada penambahan enzim dengan konsentrasi kecil menghasilkan jumlah / berat produk yang lebih besar, tetapi kadar protein rendah.

Banyaknya produk disebabkan hasil yang diperoleh banyak mengandung air yang sulit dipisahkan dari produk padatan karena proses penggumpalan yang kurang sempurna, produk yang dihasilkan mempunyai tekstur yang tidak bagus (lembek). Pada penambahan enzim yang optimal, hasil yang diperoleh tidak begitu besar tetapi kadar air kecil, karena pengendapan lebih sempurna sehingga mudah dipisahkan airnya dari padatan yang diinginkan, tekstur lebih bagus (kenyal).

Selain itu hubungan antar suhu penambahan enzim papain dengan kadar protein dangke yaitu semakin tinggi suhu semakin banyak produk yang terbentuk dan semakin besar kadar proteinnya sampai batas 60°C. Pada suhu yang lebih tinggi jumlah produk bertambah besar namun kandungan protein semakin kecil. Hal ini disebabkan karena suhu mempengaruhi aktivitas enzim, dimana semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula laju reaksi akan tetapi semakin tinggi suhu maka kerusakan enzim akan semakin cepat (denaturasi enzim). Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil yang terbaik bisa diperoleh dengan penambahan enzim dilakukan pada suhu 60°C, dengan kadar protein dalam dangke yang diperoleh 18,1438 %.

Karena alasan tersebut meskipun belum diteliti secara lebih mendalam dan spesifik, mengingat fungsi dari enzim papain sebagai enzim proteolitik, maka nampaknya enzim papain tersebut dapat berperan pada proses fermentasi yang akan mempengaruhi kerenyahan kue kering misalnya krekers.

## 1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat ditarik hipotesis dalam penelitian ini yaitu bahwa konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi akan berperan dalam aktivitas enzim papain yang akan berpengaruh terhadap karakteristik *crackers*.

## 1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudhi No.193 Bandung. Adapun waktu penelitian dilakukan mulai dari bulan Mei 2016 sampai dengan selesai.

## II BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan dan Alat

#### 2.1.1 Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian adalah *crude* enzim papain, sedangkan bahan penunjang yang digunakan adalah tepung terigu, air, *butter blend*, *baking powder*, ragi, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, HgO, selenium, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, NaOH 0,1 N, indikator phenolptalein, aquadest.

Bahan – bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah larutan *Luff Schoorl*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (p), serbuk KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5 %, amilum 1 %, HCl 9,5 N, NaOH 30%, NaOH 0,1 N, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> anhidrat, HgO, Selenium *black*, Natrium metabisulfit, batu didih, granul Zn, indikator *phenolphthalein*,

n-heksan, aquadest, metanol dan larutan DPPH.

#### 2.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam proses penelitian yaitu mangkok, sendok, baskom, spatula, mesin *roll press* Weston Atlas 150, cetakan kue, loyang, oven, mixer, timbangan, inkubator, lakmus merah, labu kjedahl, alat destilasi, labu ukur 100 ml, erlemeyer 250 ml, corong, statif, buret, batang pengaduk, botol timbang, dan eksikator.

### 2.2. Metodologi Penelitian

#### 2.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan formula krekers dengan pengujian respon inderawi (uji deskripsi). Formula yang digunakan pada penelitian pendahuluan terdapat 4 (empat) formula.

#### 2.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi dan terhadap karakteristik krakers.

Penelitian utama ini adalah pembuatan *crackers* dengan menggunakan formula terpilih yang diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan. Selanjutnya dilakukan rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

Rancangan Perlakuan terdiri dari dua faktor yaitu, konsentrasi enzim papain (E) terdiri dari 3 taraf, yaitu: e1 (0,5%), e2 (0,75%), a3 (1,0%). Faktor yang kedua, suhu fermentasi (S) terdiri dari 3 taraf, yaitu: s1 (34°C), s2 (37°C), s3 (40°C).

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3 x 3 dimana masing-masing rancangan terdiri dari 2 (dua) faktor dengan 3 (tiga) kali ulangan, sehingga didapatkan 27 satuan percobaan.

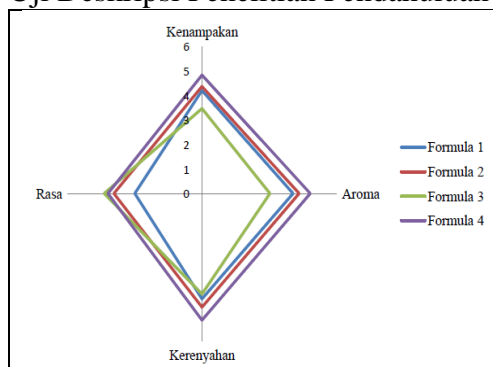
Respon kimia yang akan dilakukan terhadap produk krekers adalah penentuan kadar air dengan menggunakan metoda gravimetri, analisis kadar protein dengan metode Kjedahl. Respon organoleptik yang dilakukan adalah uji hedonik dengan 30 orang panelis dengan penilaian atribut mutu yang dipilih yaitu kenampakan, aroma, kerenyahan dan rasa.

## III HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menetapkan perlakuan yang tepat untuk penelitian utama. Penelitian pendahuluan pembuatan krekers adalah menentukan formula krekers dengan pengujian respon inderawi (uji deskripsi). Formula yang digunakan pada penelitian pendahuluan terdapat 4 (empat) formula. Hasil uji deskripsi pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Grafik Majemuk Hasil Uji Deskripsi Penelitian Pendahuluan



Hasil uji inderawi terhadap kenampakan menunjukkan bahwa formula 4 (krekers tanpa penambahan baking powder dengan perbandingan enzim papain dan ragi adalah 1:1) lebih unggul dibandingkan formula lainnya karena memiliki kenampakan yang mengembang dan ketika dipatahkan penampangnya berlapis-lapis, hal tersebut dikarenakan jumlah ragi yang terdapat pada formula ini lebih banyak dibandingkan formula lain yaitu sebesar 0,75%. Ragi melakukan respirasi anaerobik atau fermentasi alkohol. Fermentasi terjadi akibat gula dalam adonan yang diuraikan dan menghasilkan etanol, karbon dioksida, dan energi. Energi dipakai oleh sel ragi untuk tumbuh dan memperbanyak diri. Karbondioksida terperangkap di dalam adonan dalam bentuk gelembung gas. Saat adonan dipanggang dalam oven, panas oven menyebabkan adonan mengembang dan ukurannya membesar. Ini terjadi karena gas mengembang jika temperatur tinggi. Panas menguapkan etanol dan membunuh *yeast* sehingga fermentasi berhenti, sehingga krekers pada formula ke 4 ini memiliki daya mengembang yang baik. (Hasan, 2012)

Hasil uji inderawi terhadap aroma (khas krekers) menunjukkan bahwa formula 4 (krekers tanpa penambahan baking powder dengan perbandingan enzim papain dan ragi adalah 1:1) lebih unggul dibandingkan formula lainnya karena memiliki aroma khas krekers. Hal tersebut dikarenakan jumlah ragi yang terdapat pada formula ini lebih banyak dibandingkan formula lain yaitu sebesar 0,75%. Ketika fermentasi pengembangan adonan terjadi karena ragi menghasilkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) selama fermentasi. Komponen lain yang terbentuk selama proses fermentasi adalah asam dan alkohol yang berkontribusi terhadap aroma krekers. (Ayu, 2012)

Hasil uji inderawi terhadap kerenyahan menunjukkan bahwa formula 4 (krekers tanpa penambahan baking powder dengan perbandingan enzim papain dan ragi adalah 1:1) lebih unggul dibandingkan formula lainnya karena memiliki tekstur yang renyah. Hal tersebut dikarenakan jumlah enzim papain yang terdapat pada formula ini lebih banyak dibandingkan formula lain yaitu sebesar 0,75%. Enzim papain merupakan enzim proteolitik yaitu dapat memecah protein kompleks menjadi penyusun protein sederhana yaitu asam amino.

Pada proses fermentasi akan terbentuknya gas yang menghasilkan konsistensi adonan yang frothy (porus seperti busa). Pembentukan gas pada proses fermentasi sangat penting karena gas yang dihasilkan akan membentuk struktur seperti busa, sehingga aliran panas ke dalam adonan dapat berlangsung cepat pada saat baking. Panas yang masuk ke



dalam adonan akan menyebabkan gas dan uap air terdesak ke luar dari adonan, sementara terjadi proses gelatinisasi pati sehingga terbentuk struktur frothy. (Feby, 2012)

Hasil uji inderawi terhadap rasa menunjukkan bahwa formula 3 (krekers tanpa penambahan baking powder dan ragi) lebih unggul dibandingkan formula lainnya karena memiliki rasa yang gurih. Hal tersebut dikarenakan pada formula ini terdapat enzim papain sebanyak 3 gram, enzim papain merupakan enzim proteolitik yang dapat menghidrolisis protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino.

Menurut Rochem (2012) asam amino dengan reaksi transaminasi dapat diubah menjadi asam glutamat dengan bantuan enzim glutamat transaminase. Menurut Tan Hoan (2015) glutamat merupakan salah satu jenis asam amino yang dapat memberikan rasa gurih pada makanan.

Maka dari itu jika dilihat dari grafik majemuk uji deskripsi yang meliputi atribut kenampakan, aroma, kerenyahan dan rasa. Formula 4 memiliki nilai unggul dalam atribut kenampakan, aroma, dan kerenyahan, sedangkan formula 3 unggul dalam atribut rasa. Sehingga formula 4 akan digunakan untuk penelitian utama.

### 3.2. Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap karakteristik krekers. Respon penelitian utama produk krekers ini

adalah respon kimia yang meliputi analisis kadar air dengan menggunakan metode gravimetri dan kadar protein dengan menggunakan metode kjedahl, serta respon inderawi terhadap atribut kenampakan, aroma, kerenyahan dan rasa.

#### 3.2.1 Analisis Kimia

##### 3.2.1.1 Kadar air

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa konsentrasi enzim papain tidak berpengaruh terhadap kadar air sedangkan suhu fermentasi dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap kadar air krekers. Pengaruh interaksi konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap kadar air krekers dapat dilihat pada tabel 1. Tabel 1. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Enzim Papain dan Suhu Fermentasi Terhadap Kadar Air Krekers (%).

Konsentrasi Enzim Papain	Suhu Fermentasi		
	s1 (34°C)	s2 (37°C)	s3 (40°C)
e1 (0,5%)	A	B	A
	4,30	3,72	3,35
	c	b	a
e2 (0,75%)	B	A	B
	5,13	3,58	3,51
	b	a	a
e3 (1,0%)	A	C	C
	4,35	4,22	3,90
	c	b	a

Keterangan : Huruf kecil dibaca arah horizontal dan huruf besar dibaca arah vertikal, huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji Duncan.

Berdasarkan hasil di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu fermentasi maka kadar air krekers akan semakin rendah, menurut penelitian Usmiati (2011) penambahan enzim mampu menurunkan nilai kadar air produk. Enzim proteolitik bersifat larut dalam air, sehingga terjadi sintesis



air oleh enzim tersebut. Hidrolisis protein oleh enzim protease akan memutuskan ikatan peptida yang terdapat pada protein. Proses pemutusan ini membutuhkan air, semakin aktif daya proteolitiknya maka semakin banyak kebutuhan akan air, sehingga dapat menurunkan nilai aktivitas air pada bahan.

Pada suhu 34°C dengan konsentrasi enzim papain 0,75% terdapat kadar air yang tinggi karena pada suhu tersebut merupakan suhu aktivitas optimum dari ragi, sesuai dengan penelitian Sutrisno (2009) bahwa aktivitas ragi dalam proses fermentasi yaitu pada suhu antara 30 - 35°C. Ketika ragi memfermentasi gula maka akan menghasilkan karbondioksida dan air, sehingga kadar air akan meningkat. Tetapi pada konsentrasi enzim papain 1,0% kadar air krekers mengalami penurunan karena semakin banyak enzim proteolitik maka akan semakin banyak air yang dibutuhkan dalam proses hidrolisis sehingga kadar air pada konsentrasi 1,0% akan menurun.

Pada suhu 37°C dengan konsentrasi enzim papain 0,75% kadar air krekers menurun karena enzim papain membutuhkan air dalam proses hidrolisisnya sehingga kadar air akan menurun, tetapi kadar air mengalami peningkatan kembali dengan penambahan enzim papain 1,0% karena pada konsentrasi tersebut protein banyak dihidrolisis oleh enzim proteolitik sehingga terputusnya ikatan rangkap dan memudahkan udara disekitar berikatan dengan ikatan tunggal sehingga kadar air akan meningkat.

Pada suhu 40°C merupakan suhu optimum dari enzim papain

sehingga semakin tinggi konsentrasi enzim papain kadar air akan meningkat karena semakin tinggi enzim papain protein akan dihidrolisis dengan optimal oleh enzim proteolitik menghasilkan ikatan tunggal, selama fermentasi ke-2 berlangsung memungkinkan ikatan tunggal akan berikatan dengan H<sub>2</sub>O disekitar sehingga kadar air krekers akan meningkat.

Kadar air pada krekers tersebut memiliki rata-rata 2,95–5,65% dan menurut SNI 01-2973-1992, tentang syarat mutu *crackers* adalah maksimal 5%. Sehingga kadar air pada *crackers* ini memenuhi standar SNI 01-2973-1992. Namun pada perlakuan penambahan enzim papain 0,75% dengan suhu fermentasi 34°C memiliki kadar air diatas 5%.

### 3.2.1.2 Kadar Protein

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) menunjukan bahwa konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi berpengaruh nyata, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kadar protein krekers. Pengaruh konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap kadar protein krekers dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Enzim Papain Terhadap Kadar Protein Krekers(%)

Konsentrasi Enzim Papain	Kadar Protein (%)
e1 (0,5%)	13,17 b
e2 (0,75%)	12,98 a
e3 (1,0%)	12,93 a

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang berbeda menunjukan perbedaan nyata pada taraf 5%.

Dilihat pada tabel 2, diketahui bahwa pada konsentrasi enzim papain 0,75% (e2) dan konsentrasi enzim papain 1,0% (e3) berbeda nyata dengan konsentrasi enzim papain 0,5% (e1) sehingga dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi enzim papain 0,75% kadar protein krekers mengalami penurunan karena pada konsentrasi enzim papain yang tinggi akan menghasilkan asam amino lebih banyak dari proses hidrolisis, sesuai dengan penelitian Savitri (2014) enzim proteolitik dapat memecah ikatan peptida dengan reaksi hidrolisis menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana seperti peptida rantai pendek dan asam amino.

Apabila asam amino larut dalam air, gugus karboksilat  $-\text{COOH}$  akan melepaskan ion  $\text{H}^+$ , sedangkan gugus amina  $-\text{NH}_2$  akan menerima ion  $\text{H}^+$  sehingga menghasilkan senyawa  $\text{NH}_3^+$  (Poedjiadi, 1994).  $\text{NH}_3^+$  akan mudah menguap pada suhu kamar, dan pada proses pemanggangan dengan oven  $\text{NH}_3^+$  akan hilang, sehingga N total akan berkurang dan kadar protein pada krekers menurun.

Tabel 3. Pengaruh Suhu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Krekers (%)

Suhu Fermentasi	Kadar Protein (%)
s1 (34°C)	13,23 c
s2 (37°C)	13,13 b
s3 (40°C)	12,72 a

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji lanjut duncan taraf nyata 5%.

Dilihat pada tabel 3, diketahui bahwa suhu fermentasi 34°C (s1) menghasilkan krekers dengan kadar protein yang berbeda nyata dengan suhu fermentasi 37°C (s2) sedangkan

suhu fermentasi 40°C (s3) berbeda nyata dengan suhu fermentasi 34°C dan 37°C, sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi suhu fermentasi maka semakin rendah kadar protein karena reaksi yang menggunakan katalis enzim dapat dipengaruhi oleh suhu, sesuai dengan pendapat Poedjiadi (1994) bahwa pada suhu rendah reaksi kimia berlangsung lambat, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi reaksi berlangsung lebih cepat.

Menurut penelitian Vina (2015) didapatkan suhu optimum enzim papain yaitu 40°C, sehingga pada suhu 40°C merupakan suhu optimum dari aktivitas kerja enzim papain dalam memecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino yang lebih banyak. Asam amino yang larut dalam air akan menghasilkan gugus karboksilat

$-\text{COOH}$  dan senyawa  $\text{NH}_3^+$  (Poedjiadi, 1994).  $\text{NH}_3^+$  akan mudah menguap pada suhu kamar, dan pada proses pemanggangan dengan oven  $\text{NH}_3^+$  akan hilang, sehingga N total akan berkurang dan kadar protein pada krekers menurun.

Kadar protein pada krekers tersebut memiliki protein dengan rata-rata 12,51 – 13,71 % dan menurut SNI 01-2973-1992, tentang syarat mutu krekers adalah minimal 8 %. Sehingga kadar protein pada krekers ini memenuhi standar SNI 01-2973-1992. Protein yang terkandung di dalam krekers di pengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya. Dalam pembuatan krekers bahan penyusunnya ada beberapa yang kaya akan protein diantaranya tepung terigu dan mentega.

### 3.2.2 Respon Organoleptik

#### 3.2.2.1. Kenampakan

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi tidak berpengaruh nyata sedangkan interaksi konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kenampakan krekers. Pengaruh interaksi konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi terhadap kenampakan krekers dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Enzim Papain dan Suhu Fermentasi Terhadap Kenampakan Krekers

Konsentrasi Enzim Papain	Suhu Fermentasi		
	s1 (34°C)	s2 (37°C)	s3 (40°C)
e1 (0,5%)	B	B	B
	3,93	4,21	4,44
	a	ab	b
e2 (0,75%)	A	A	B
	3,78	3,91	4,49
	a	a	b
e3 (1,0%)	C	A	A
	4,46	3,97	3,44
	c	b	a

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi enzim papain 0,5% dan 0,75% semakin tinggi suhu fermentasi maka kenampakan krekers semakin disukai panelis karena terlihat adanya pengembangan volume krekers.

Menurut penelitian Vina (2015) bahwa suhu optimum dari enzim proteolitik yaitu 40°C, juga didukung penelitian Sutrisno (2009) bahwa enzim proteolitik memiliki peran dalam memperbaiki struktur gluten dan dapat digunakan untuk

memastikan pembentukan adonan yang seragam dan membantu mengendalikan pembentukan tekstur adonan. Pada saat berlangsungnya proses fermentasi terjadi penurunan pH adonan dan menyebabkan terjadinya aksi-aksi enzim proteolitik pada protein, sehingga mampu membentuk sistem dinding penahan gas yang akan membuat kenampakan krekers mengembang dan disukai panelis.

Pada konsentrasi enzim papain 0,5% dan 0,75% terdapat konsentrasi ragi yang cukup besar, sehingga mempengaruhi kenampakan dari krekers. Menurut Sutrisno (2009), ragi dibuat dari sel khamir *Saccharomyces cereviceae*. Dengan memfermentasi gula, khamir menghasilkan karbondioksida yang digunakan untuk mengembangkan adonan, sehingga semakin tinggi konsentrasi ragi maka kenampakan krekers akan semakin mengembang dan memiliki konsistensi adonan yang *frothy* (porus seperti busa). Kondisi optimal bagi aktivitas ragi dalam proses fermentasi adalah suhu antara 35-37°C dan pH antara 4.0 sampai 4.5.

Konsentrasi enzim papain 1,0% semakin tinggi suhu fermentasi maka kenampakan kurang disukai panelis karena semakin tinggi suhu maka aktivitas enzim proteolitik dalam memecah protein semakin tinggi dan menyebabkan pecahnya ikatan peptida terlalu banyak hal ini tentu akan mengakibatkan menurunnya elastisitas gluten yang terbentuk sehingga produk akhir akan menjadi lebih kaku (Iflatul, 2016) dan kenampakan krekers kurang mengembang.

Pada suhu fermentasi 34°C krekers yang paling disukai panelis yaitu pada konsentrasi enzim papain 1,0% karena pada suhu fermentasi 34°C bukan merupakan suhu aktivitas optimum dari enzim papain, sehingga enzim proteolitik belum memecah protein seluruhnya dan gluten masih memiliki elastisitas yang baik sehingga membentuk sistem dinding penahan gas dan membuat kenampakan krekers mengembang dengan cukup baik dan disukai panelis.

#### 3.2.2.2. Aroma

Aroma adalah reaksi dari makanan yang akan mempengaruhi konsumen sebelum konsumen menikmati makanan, konsumen dapat mencium makanan tersebut.

Aroma merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas suatu makanan. Aroma yang khas dapat dirasakan oleh indera penciuman tergantung dari bahan penyusun dan bahan yang ditambahkan pada makanan tersebut. Aroma dalam bahan makanan dapat ditimbulkan oleh komponen-komponen volatil, akan tetapi komponen volatil tersebut dapat hilang selama proses pengolahan terutama panas (Fellows, 1990).

Aroma yang diharapkan pada produk krekers ini adalah aroma khas krekers. Aroma ini didapatkan dari campuran *butter* dan tepung terigu. *Butter* termasuk lemak yang paling baik dilihat dari sudut aroma dan rasa yang gurih khas *butter* akan tercipta selama proses pembakaran.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukan bahwa perlakuan konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi serta

interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap aroma. Rata-rata panelis memberikan skala berkisar 3,33 – 4,43 dimana didalam skala hedonik diartikan panelis agak suka hingga agak tidak suka terhadap aroma krekers. Aroma yang dihasilkan pada krekers memiliki aroma yang hampir sama karena aroma yang dihasilkan didapat dari *butter*. *Butter* dalam krekers ini memiliki konsentrasi yang seragam yaitu 8% atau 16 gram sehingga aroma yang dihasilkan dari seluruh sampel krekers tidak berpengaruh nyata.

Pada pembuatan krekers menggunakan *butter blend*, produk ini merupakan campuran antara margarin dan mentega dengan komposisi sekitar 60% margarin dan 40% mentega ditambah *butter flavour* sehingga aromanya sangat harum. Aroma mentega terbentuk dari berbagai senyawa kimia seperti diasetil, lakton, butirrat, dan laktat (Dyah, 2012).

Selain dari *butter* aroma khas krekers dihasilkan dari penambahan ragi, namun penambahan ragi tidak terlalu berpengaruh dalam aroma krekers karena konsentrasi yang ditambahkan tidak terlalu besar yaitu 1-2 gram. Ragi dibuat dari sel khamir *Saccharomyces cereviceae*. Di dalam ragi terdapat beberapa enzim yaitu protease, lipase, invertase, maltase dan zymase. Protease memecah protein dalam tepung menjadi senyawa nitrogen yang dapat diserap sel khamir untuk membentuk sel yang baru. Lipase memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserin. Invertase memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Maltase memecah maltosa menjadi glukosa

dan zymase memecah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida. Akibat dari fermentasi ini timbul komponen-komponen pembentuk flavor roti, diantaranya asam asetat, aldehid dan ester (Sutrisno, 2009).

#### 3.2.2.3. Kerenyahan

Kerenyahan adalah kesan yang ditimbulkan pada indera pendengaran karena adanya bunyi yang ditimbulkan pada saat digigit.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi enzim papain dan suhu fermentasi serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kerenyahan. Rata-rata panelis memberikan skala berkisar 3,83 – 5,23 dimana didalam skala hedonik diartikan panelis agak suka hingga suka terhadap kerenyahan krekers. Kerenyahan yang dihasilkan pada krekers memiliki kerenyahan yang hampir sama karena penggunaan konsentrasi enzim papain memiliki *range* yang tidak terlalu signifikan. Penggunaan *crude* papain juga menjadi faktor yang menyebabkan kerenyahan krekers tidak berbeda nyata karena *crude* papain tidak dapat optimal dalam menghidrolisis protein menjadi ikatan peptida yang lebih sederhana seperti asam amino sehingga gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) tidak dapat berikatan dengan ikatan tunggal dari protein dan menyebabkan krekers menjadi kurang mengembang dan kurang renyah.

Menurut penelitian Dwi (2011) tekstur krekers yang dihasilkan untuk semua sampel sama karena seluruh sampel juga melalui tahapan pelapisan *dust filling* dan bahan pengembang yang sama

namun berbeda konsentrasi, tetapi perbedaan konsentrasi yang digunakan tidak terlalu signifikan sehingga daya mengembang krekers yang dihasilkan tidak berpengaruh nyata terhadap kerenyahan.

Kerenyahan salah satunya ditentukan oleh kandungan protein dalam bentuk gluten tepung yang digunakan. Gluten, adalah senyawa yang penting dalam adonan yaitu suatu masa yang bersifat kohesif dan viskoelastis yang dapat meregang secara elastis.

Pada saat air ditambahkan dan dicampurkan ke dalam tepung terigu, protein tidak larut air dalam terigu (gliadin dan glutelin) akan mengikat air tersebut dan membentuk gluten yang akan menahan gas yang dihasilkan dari fermentasi gula oleh ragi. Partikel gluten yang tersebar dalam adonan akan mengembang dan saling merajut membentuk kerangka adonan yang bersifat *spongy* dan menjadi tempat melekatnya butir-butir pati, ragi serta berbagai bahan lainnya (Sutrisno, 2009).

Enzim proteolitik akan mempengaruhi struktur gluten. Penambahan enzim proteolitik yang ditambahkan harus tepat agar dapat menghasilkan volume yang baik (Sutrisno, 2009) dan akan mempengaruhi dari kerenyahan krekers.

#### 3.2.2.4. Rasa

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa konsentrasi enzim papain berpengaruh nyata terhadap rasa krekers sedangkan suhu fermentasi dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Pengaruh

konsentrasi enzim papain terhadap rasa krekers dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi Enzim Papain Terhadap Rasa Krekers

Konsentrasi Enzim Papain	Nilai Rata-rata Rasa
e1 (0,5%)	3,50 a
e2 (0,75%)	3,65 b
e3 (1,0%)	3,86 c

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji lanjut duncan taraf nyata 5%.

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi enzim papain 0,5%, 0,75%, dan konsentrasi enzim papain 1,0% menghasilkan rasa yang saling berbeda nyata. Semakin tinggi konsentrasi enzim papain maka rasa dari krekers semakin disukai panelis karena pada konsentrasi enzim papain 1,0%, enzim proteolitik akan menghidrolisis protein dan menghasilkan asam amino yang lebih banyak. Menurut Rochem (2012) asam amino dengan reaksi transaminasi dapat diubah menjadi asam glutamat dengan bantuan enzim glutamat transaminase.

Menurut Tan Hoan (2015) asam glutamat dapat diperoleh dari proses hidrolisa protein nabati seperti gluten dan glutamat dapat memberikan rasa gurih pada krekers.

### 3.2.3 Produk Terpilih

Produk terpilih dilihat dari setiap parameter yang ada yaitu respon organoleptik meliputi kenampakan, aroma, kerenyahan dan rasa. Produk terpilih diambil berdasarkan hasil data kuantitatif dari atribut yang diujikan.

Tabel 6. Penentuan Sampel Crackers Terbaik Berdasarkan Respon Organoleptik.

Perlakuan	Respon Organoleptik			
	Kenampakan	Aroma	Kerenyahan	Rasa
e1s1 (0,5%, 34°C)	3,93 b	3,76 a	4,43 a	3,40 a
e1s2 (0,5%, 37°C)	4,21 b	3,68 a	4,60 a	3,48 a
e1s3 (0,5%, 40°C)	4,44 b	4,01 a	4,64 a	3,63 a
e2s1 (7,5%, 34°C)	3,78 a	3,98 a	4,60 a	3,71 a
e2s2 (7,5%, 37°C)	3,91 a	3,99 a	4,24 a	3,53 a
e2s3 (7,5%, 40°C)	4,49 b	4,01 a	4,53 a	3,70 a
e3s1 (1,0%, 34°C)	4,46 c	4,10 a	4,74 a	3,94 a
e3s2 (1,0%, 37°C)	3,97 a	3,94 a	4,47 a	3,84 a
e3s3 (1,0%, 40°C)	3,44 a	3,60 a	4,16 a	3,80 a

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji lanjut duncan taraf nyata 5%.

Berdasarkan respon organoleptik pada atribut kenampakan dan rasa sampel e3s1 memiliki taraf nyata yang berbeda dari seluruh sampel, sedangkan atribut aroma dan kerenyahan tidak berpengaruh nyata sehingga taraf nyata dianggap sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel e3s1 (konsentrasi enzim papain 1,0% dengan suhu fermentasi 34°C) merupakan sampel terpilih karena memiliki taraf nyata yang berbeda dari seluruh sampel. Sampel e3s1 memiliki kandungan air sebesar 4,35%, kadar protein 13,00% yang sesuai dengan SNI krekers.

## IV KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dipilih perlakuan f4 (formula 4 dengan menggunakan konsentrasi enzim papain dan ragi dengan perbandingan 1:1, dan tanpa penambahan baking powder)

2. Konsentrasi enzim papain (E) berpengaruh terhadap rasa dan kadar air, tetapi tidak berpengaruh terhadap kenampakan, aroma, kerenyahan, dan kadar protein *crackers*.
3. Suhu fermentasi (S) berpengaruh terhadap kadar air dan kadar protein, tetapi tidak berpengaruh terhadap kenampakan, aroma, kerenyahan, dan rasa *crackers*.
4. Interaksi antara konsentrasi enzim papain (E) dan suhu fermentasi (S) berpengaruh terhadap kenampakan dan kadar air, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma, kerenyahan, rasa, dan kadar protein *crackers*.
5. Perlakuan terpilih didapatkan dari hasil data kuantitatif yaitu sampel e3s1 (konsentrasi enzim papain 1,0% dengan suhu fermentasi 34°C) dengan kandungan kadar air sebesar 4,35%, kadar protein 13,00%.

#### 4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi krekers sehingga dapat diperoleh karakteristik *crackers* yang lebih renyah.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan enzim proteolitik yang lain yang dapat mempengaruhi karakteristik *crackers*.
3. Konsentrasi enzim papain harus lebih tinggi agar dapat

meningkatkan kerenyahan dan rasa gurih pada *crackers*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad. 2013. **Rahasia Dibalik Enzim Papain**. Khasiatdaunpepaya.blogspot.co.id. Diakses : 01 Maret 2016.
- Ayu. 2012. **Ragi Bahan Utama Pengembang Adonan**. Bakerymagazine.com. Diakses : 23 September 2016.
- Chaidir. 2012. **Enzim Proteolitik**. Biologypunk.blogspot.co.id. Diakses : 01 Maret 2016
- Dwi. 2011. **Tugas Akhir Biskuit Creakers dengan Subtitusi Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus) Sebagai Alternatif Makanan Kecil Berprotein Tinggi**. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Fellows, P.J. 2000. **Food Processing Technology, Principle and Practice**. Published by Ellis Horwood Limited, England.
- Fitriani,V. 2006. **Getah Sejuta Manfaat** . PT. Trubus Swadaya. Edisi April 2006. Jakarta.
- Hasan, 2012. **Bitoteknologi Konvensional (Tradisional)**. Kumpulan.materi.blogspot.co.id. Diakses : 23 September 2016.
- Herliani, Leni. 2008. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Alfabeta CV. Bandung.



- Hoan, Tan. 2015. **Obat-obat Penting Khasiat, Penggunaan dan Efek Sampingnya**. Gramedia. Jakarta.
- Iflahul. 2016. **Bab III Pemanfaatan Enzim Protease**. academia.edu.com. Diakses : 02 November 2016
- Koswara, Sutrisno. 2009. **Teknologi Pengolahan Roti**. ebookpangan.com. Diakses : 23 September 2016
- Lestari, Savitri. 2014. **Makalah Hidrolisat Protein**. vitriellst.blogspot.co.id. Diakses : 14 April 2016
- Oktapiani, Vina. 2015. **Aplikasi Enzim Papain dan Enzim Bromelin pada Proses Pengempukan Daging**. vinaoktap2015.wordpress.com. Diakses : 01 Maret 2016
- Poedjiadi, Anna. 1995. **Dasar-dasar Biokimia**. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Rochem. 2012. **Metabolisme Protein dan Asam Amino**. rochem.wordpress.com. Diakses : 20 November 2016
- Sitompul, Feby. 2012. **Proses Kimia Pada Pembuatan Donat oleh *Sacharomyces cerevisiae***. tepegeee.blogspot.co.id. Diakses : 20 Maret 2016
- SNI (01-2973-1992). **Syarat Mutu Biskuit Crackers**. Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Susanti, Diah. 2012. **Mentega dan Margarin**. Shanty.staff.ub.ac.id. Diakses : 28 Oktober 2016.
- Usmiati. 2011. **Pengaruh Enzim Proteolitik Terhadap Karakteristik Dadih Susu Sapi**. oaji.net. Diakses : 03 November 2016
- Yuniwati, Murni., Yusran., Rahmadany. 2008. **Pemanfaatan Enzim Papain Sebagai Penggumpal pada Pembuatan Keju**. repository.akprind.ac.id. Diakses : 14 April 2016.